



①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑩ **DE 42 27 225 A 1**

⑤1 Int. Cl.⁵:
C 12 C 9/06
C 12 H 1/02

⑳ Aktenzeichen: P 42 27 225.4
㉑ Anmeldetag: 17. 8. 92
㉒ Offenlegungstag: 24. 2. 94

DE 42 27 225 A 1

⑦1 Anmelder:

Wissenschaftsförderung der deutschen
Brauwirtschaft e.V., 5300 Bonn, DE

⑦4 Vertreter:

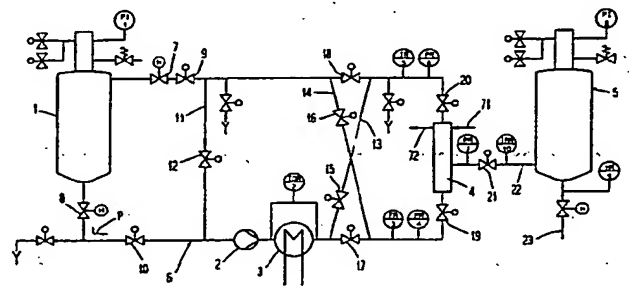
Haft, U., Dipl.-Phys., 80469 München; Berngruber,
O., Dipl.-Chem. Dr.rer.nat., 83457 Bayerisch Gmain;
Czybulka, U., Dipl.-Phys., Pat.-Anwälte, 80469
München

⑦2 Erfinder:

Denk, Viktor, Prof. Dr., 85402 Kranzberg, DE; Gans,
Ulrich, 85354 Freising, DE

⑤4 Crossflow-Mikrofiltration

⑤7 Für die Filtration von Bier wird ein sog. Querstromfilter vorgesehen, dessen eine Oberfläche durch das zu klärende Bier (B_u) überströmt wird. Die unerwünschten teilchenförmigen Inhaltsstoffe setzen sich dabei an der Oberfläche der Membranen (41) des Querstromfilters als Deckschicht (42) ab; das gefilterte Bier (B_f) wird auf der gegenüberliegenden Seite der Membran (41) abgezogen. Für die Erhöhung der Fluxrate des Bieres quer durch die Membranen (71) werden verschiedene Verfahren angegeben, so die Vorfiltration durch poröses Glas oder einen weiteren Querstromfilter, das Einblasen von Kohlendioxid, die kurzzeitige Erwärmung des Bieres oder Reinigung des Querstromfilters in kurzen Zeitintervallen.



DE 42 27 225 A 1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

BUNDESDRUCKEREI 12. 93 308 068/123

8/49

Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Klären von Bier, um aus dem ungeklärten bzw. ggf. vorgeklärten Bier Inhaltsstoffe, insbesondere Trübstoffe herauszufiltern.

Für die Bierklärung ist bis heute das wichtigste Verfahren die Kieselgurfiltration. Die bei dieser Filtration anfallenden Kieselgurschlämme müssen kostenintensiv entsorgt werden, wobei in den nächsten Jahren mit einer stetigen Verteuerung der einzelnen Entsorgungswege zu rechnen ist.

Es sind auch weitere Filtrationsverfahren bekannt, bei denen Kieselguren nicht und im wesentlichen nur Stoffe verwendet werden, die zumindest teilweise nach entsprechender Aufbereitung wiederverwendbar sind. Die meisten dieser Verfahren sind jedoch bis heute nicht über den Erprobungsstand hinausgekommen.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein einfaches Verfahren und eine ebensolche Vorrichtung anzugeben, mit denen ohne erheblichen Aufwand die Bierklärung möglich ist.

Diese Aufgabe ist gemäß der Erfindung für ein Verfahren bzw. eine Vorrichtung durch die in den nebengeordneten Hauptansprüchen angegebenen kennzeichnenden Merkmale gelöst.

Demgemäß wird für die Bierklärung die sog. Querfluß- bzw. Crossflow-Mikrofiltration verwendet, eine Filtermethode, die keine Filterhilfsstoffe benötigt und damit das Entsorgungsproblem etwa der Kieselgurstoffe und auch den Aufwand des Recycling lösen könnte. Die Crossflow-Mikrofiltration ist bereits aus verschiedenen Industriezweigen als erfolgreich arbeitende Verfahrenstechnik bekannt. Für die Klärung von Bier wurde diese Mikrofiltration bisher jedoch aus gutem Grund nicht eingesetzt: Die Klärung von Bier muß bei einer Temperatur von etwa 0°C erfolgen, damit die unerwünschten Inhaltsstoffe, insbesondere Trübstoffe, ausfallen. Bei dieser Temperatur ist ungeklärtes, aber auch vorgeklärtes Bier relativ hochviskos. Da bei der Querstromfiltration die Fluxrate, das ist der Volumenstrom pro Zeiteinheit durch die Poren der Membran umgekehrt proportional zur Viskosität ist, können bei einer herkömmlichen Anwendung dieser Mikrofiltration keine wirtschaftlich befriedigenden Ergebnisse erzielt werden. Zudem enthält ungeklärtes oder ggf. vorgeklärtes Bier Trübstoffe in einer solchen Menge und Zusammensetzung, daß sich die Membranen der Querstromfilter sehr schnell zusetzen, so daß praktisch überhaupt keine Filtration mehr erfolgt. Eine Möglichkeit bestünde zwar darin, die Filtrationstemperatur zu erhöhen; dies ist bei Bier jedoch nicht möglich, da gerade bei 0°C die Ausfällung der im Verlauf der Filtration abzutrennenden Trübungssubstanzen erfolgt und diese bei höheren Temperaturen wieder in Lösung gehen.

Sofern mit Querstrom-Mikrofiltration auch Flüssigkeiten bisher gefiltert wurden, so erfolgte dieses mit niedrigen Viskositäten, d. h. bei relativ hohen Temperaturen.

Es hat sich nun überraschend gezeigt, daß die Parameter der Querstromfiltration, insbesondere die Überströmgeschwindigkeit des längs der Oberfläche der Filtermembran strömenden Bieres und die Volumenmenge pro Zeiteinheit so eingestellt werden können, daß sich zwar auf der Membranoberfläche eine Deckschicht aufbaut, diese jedoch das Durchströmen des geklärten Bieres durch die Membran im wesentlichen nicht behindert. Für einen solchen im wesentlichen "quasi stationären"

Zustand können neben der Einstellung der erwähnten Parameter noch zusätzliche Maßnahmen ergriffen werden, mit denen die Fluxrate erhöht wird. Dies betrifft insbesondere die Zusammensetzung der Deckschicht.

Aus dem ungeklärten Bier können durch eine geeignete Vorklärung diejenigen Inhaltsstoffe zumindest teilweise entfernt werden, die zu einer quasi undurchlässigen Deckschicht auf der Membranoberfläche des Querstromfilters führen. Hierzu ist eine grobe Vorfiltration z. B. mit Hilfe von porösem Glas oder mit Hilfe einer vorgeschalteten Querflußfiltration entsprechend den Ansprüchen 3 und 4 günstig. Der Porendurchmesser des verwendeten Glases bzw. des vorgeschalteten Querstromfilters ist wesentlich größer als derjenige des Querstromfilters zum Klären des Bieres. Durch eine derartige Vorfiltration kann die Zusammensetzung der Deckschicht so eingestellt werden, daß übergroße ausgefällte Partikel gar nicht oder zumindest nur in geringer Menge bei der Querfiltration vorhanden sind. Hiermit und durch die entsprechende Einstellung der anderen Parameter kann eine "quasistationäre" Deckschicht mit einer entsprechenden Porosität eingestellt werden, die den Querstrom des geklärten Bieres durch die Membran praktisch nicht behindert.

Als Porengröße für eine derartige Vorfiltration haben sich Werte zwischen 50 und 200 µm, vorzugsweise 120 µm als geeignet herausgestellt, während die Porengröße des nachgeschalteten Querstromfilters wesentlich geringer, d. h. zwischen 0,2 und 1,0 µm, vorzugsweise 0,4 µm liegt. Mit einer solchen Vorfiltration werden z. B. Beta-Glukane, das sind Mehrfachzucker, herausgefiltert.

Eine weitere Möglichkeit zur Erhöhung der Fluxrate durch den Querstromfilter ist stoßweises Einblasen eines inerten Gases, vorzugsweise Kohlendioxid in das zu klärende Bier, bevor dieses die Membranoberfläche des Querstromfilters überströmt. Hiermit kann die Grenzschicht am Filter beeinflusst werden, insbesondere eine Verringerung der Wandreibung erzielt werden. Außerdem wird vermutet, daß hierdurch der Deckschichtaufbau auch den Querstromfilter behindert und Deckschichtenmaterial (möglicherweise mechanisch) abtransportiert wird. Wesentliche Einflußgrößen sind hierbei die Blasengröße, die Gasmenge und die zeitlichen Intervalle, in denen das Gas in das Bier eingeleitet wird. Das ungefilterte Bier führt hierbei die Blasen mit, bis diese an geeigneter Stelle dem Kreislauf wieder entzogen werden können. Vorzugsweise erfolgt dieses in dem Vorratsbehälter, in dem sich ein Gaspolster aus Kohlendioxid ansammelt. Die für das Einleiten erforderlichen Gasmengen liegen etwa in der Größenordnung der durch den Querstromfilter abgeführten Filtratmenge.

Eine weitere Möglichkeit, die Fluxrate zu erhöhen, besteht in der Reinigung des Querstromfilters in relativ kurzen Zeitintervallen. Hierzu wird die Filtration kurz unterbrochen, das Filtermodul entleert und abgesperrt und anschließend von der Filtratseite durch die Membran auf die Unfiltratseite, also entgegen der Filtrationsrichtung, vorzugsweise mit kaltem Wasser durchgespült. Hierdurch wird ein Teil der Deckschicht von der Membran des Querstromfilters entfernt und eine Erhöhung der Fluxrate bei erneutem Start der Filtration erreicht. In einer Probenanlage wurde die Reinigung jeweils nach einer Filtrationszeit von einer Stunde für etwa 10 Minuten durchgeführt. In einem 6-Stunden-Mittel konnte hierbei eine Steigerung der Fluxrate um 13,6% erreicht werden. Bessere Werte lassen sich erzielen, wenn die gesamte Filtrationszeit mehr als 6 Stunden

beträgt.

Die Fluxrate durch den Querstromfilter hängt wesentlich von der Viskosität des zu filternden Bieres ab. Da die Viskosität von Flüssigkeiten temperaturabhängig ist, wird gemäß der Erfindung die Temperatur des Unfiltrats kurz vor der Membran des Querstromfilters möglichst schnell auf ca. 3 bis 5°C angehoben und nach der Membran wieder auf etwa 0°C abgesenkt. Die bei 0°C ausfallenden Trübungssubstanzen im Bier haben in der kurzen Warmphase nicht genügend Zeit, um in Lösung zu gehen, so daß ihre Abtrennung durch den Filter erfolgen kann, gleichzeitig wird aber durch die höhere Temperatur eine niedrigere Viskosität und damit eine höhere Fluxrate erreicht. In Versuchen konnte gezeigt werden, daß ein Temperaturoptimum der Warmphase bei ca. 3° bis 5°C liegt.

Das Aufwärmen und Rückkühlen des Bieres zur Erniedrigung der Viskosität wird vorzugsweise durch zwei Plattenwärmetauscher und Flüssigkeitsumwälzkühler vor und nach dem Filtermodul realisiert.

Es hat sich ferner herausgestellt, daß über die Filtrationsdauer die Parametertransmembranen-Druck- und Überstromgeschwindigkeit verändert werden sollten, um jeweils optimale Fluxraten zu erhalten. Die Veränderung der Fluxrate über die Filtrationsdauer liegt teilweise am Altern der Membran, da durch den transmembranen Druck und andere Parameter die Membranporen verkleinert werden. Da die Änderung der Fluxrate von der vierten Potenz des Porendurchmessers abhängt, ist ersichtlich, welchen Einfluß diese Größe hat. Aus diesen Gründen wird sowohl der Druck als auch die Geschwindigkeit über der Membran zeitlich variiert, wobei dieses automatisch mit Hilfe einer programmierten Steuerung, die geeignete Zeitkurven vorgibt, erfolgen kann. Die Einstellung der Parameter hängt natürlich von dem zu klärenden Bier ab, jedoch kann generell gesagt werden, daß am Anfang der Filtration eine relativ hohe Geschwindigkeit und niedriger Druck und am Ende ein relativ hoher transmembraner Druck und eine niedrige Überstromgeschwindigkeit eingestellt werden sollten.

Weitere Ausgestaltungen der Erfindung gehen aus den Unteransprüchen hervor.

Die Erfindung ist anhand der Zeichnung näher erläutert. In dieser stellen dar:

Fig. 1 ein schematisches Diagramm einer Anlage zum Bierklären mit einer Querstromfiltration gemäß der Erfindung;

Fig. 2 eine schematische Darstellung des Querstromfilters;

Fig. 3 ein schematisches Schema für eine Bierfiltration gemäß der Erfindung mit einer vorgeschalteten Vorfiltration.

Die Filtrationsanlage gemäß Fig. 1 weist einen Vorratstank 1 für das zu klärende Bier, d. h. das Unfiltrat auf, eine Förderpumpe 2, einen Wärmetauscher 3, ein Filtermodul 4 und einen Auffangtank 5 für das gefilterte Bier. Sämtliche Elemente sind durch ein Leitungssystem 6 verbunden, um einen Kreislauf des Bieres zwischen Vorratstank, Förderpumpe, Wärmetauscher und Filtermodul zu ermöglichen. Die Menge des im Kreislauf fließenden Bieres kann durch zwei Drosseln 7 und 8 am Einlauf und Auslauf des Vorratstanks eingestellt werden. Jeder Drossel 7 bzw. 8 ist noch ein Absperrventil 9 bzw. 11 stromab- bzw. stromaufwärts zugeordnet. In der Anlage gemäß Fig. 1 strömt das zu klärende Bier im Gegenwehrzeigersinn durch das Leitungssystem 6, wie durch den Pfeil P angedeutet. Zwischen den beiden An-

sperrventilen 9 und 10 ist noch eine Querleitung 11 mit einem Absperrventil 12 vorgesehen, die ebenfalls dazu dient, den Kreislauf innerhalb des Leitungssystems 6 zu regulieren. Die erwähnten Drosseln und Absperrventile können so eingestellt werden, daß das Bier in seinem Kreislauf durch das Leitungssystem 6 entweder vollständig, nur teilweise oder zumindest in einigen Zeitabschnitten überhaupt nicht durch den Vorratstank 1 strömt.

In dem Leitungssystem sind noch zwei weitere Querleitungen 13 und 14 mit Ventilen 15 und 16 vorgesehen, die zwischen dem Ausgang des Wärmetauschers 3 und dem des Filtermoduls 4 verlaufen. Zwischen der Abzweigung der Querleitung 13 und dem Eingang des Filtermoduls 4 sowie zwischen dem Ausgang des Filtermoduls 4 und dem Abzweigungspunkt der Querleitung 14 ist jeweils ein Ventil 17 bzw. 18 vorgesehen. Mit diesen Querleitungen 13, 14 und den Ventilen 15 bis 18 kann die Strömungsrichtung in dem Filtermodul umgekehrt und ganz allgemein der Kreislauf des Bieres in dem Leitungssystem 6 beeinflußt werden.

Ein- und Ausgang des Filtermoduls 4 sind ebenfalls jeweils mit einem Absperrventil 19 bzw. 20 versehen.

Von dem Filtermodul 4 zweigt eine durch ein Ventil 21 zu unterbrechende Leitung 22 ab, die zum Auffangtank 5 führt, aus dem das Bier über eine Entnahmeleitung 23 abgezogen werden kann.

Mit Hilfe der Förderpumpe 2 wird zu klärendes Bier aus dem Vorratstank 1 abgezogen und durch das Filtermodul 4 in Kreislauf geschickt, wobei während des Kreislaufes die Temperatur des Bieres auf etwa 0°C mit Hilfe des Wärmetauschers 3 eingeregelt wird.

Wie aus der schematischen Darstellung in Fig. 2 hervorgeht, überströmt das ungefilterte Bier, angedeutet durch den Pfeil B_u , eine Membran 41 in dem Filtermodul, wobei sich Inhaltsstoffe des Bieres als Deckschicht 42 auf der Oberfläche der Membran 41 ablagern, sich in Abhängigkeit der Überstromgeschwindigkeit des Bieres, der Dicke und Zusammensetzung der Deckschicht 42 und der Porengröße der Membran 41 ein transmembraner Druck TMD einstellt, durch den einerseits die Deckschicht 42 auf dem Filter gehalten, andererseits das Bier quer durch den Filter abströmt und als filtrierte Bier, wie durch den Pfeil B_f angedeutet, abgezogen werden kann. Wie ebenfalls in dieser Figur angedeutet, lagern sich nicht alle Inhaltsstoffe des Bieres an der Deckschicht an, vielmehr wird diese sogar teilweise durch das überströmende Bier abgebaut, wobei man bestrebt ist, einen möglichst quasistationären Zustand zu erreichen. Das im Kreislauf geführte Bier wird solange über die Membran 41 des Querstromfilters geführt, bis das überströmende Bier eine maximale Konzentration der Inhalts- bzw. Trübstoffe enthält: dieser Wert sollte maximal 10%, in der Praxis jedoch üblicherweise etwa 4% sein. Bei höheren Konzentrationen sinkt die Durchlässigkeit des Querstromfilters auf unwirtschaftliche Werte ab.

Die Fluxrate des geklärten Bieres B_f quer durch die Membran kann durch verschiedene Vorbehandlungen des Bieres erhöht werden, was in Fig. 2 allgemein durch den Pfeil 51 angedeutet ist.

Eine Möglichkeit einer solchen Vorbehandlung ist, zwischen die beiden Ventile 17 und 19 der Anlage gemäß Fig. 1 ein Durchströmgefäß vorzusehen, in dem poröses Glas enthalten ist, das in seinen Poren einen Teil der Inhaltsstoffe des Bieres adsorbiert. Insbesondere werden hiermit Teilchen mit besonders großen Durchmessern herausgefiltert, so daß die in Fig. 2 ange-

deutete Deckschicht eine möglichst gleichmäßige Zusammensetzung aufweist.

Eine ähnliche Vorbehandlung des Bieres kann mit einer Vorfiltration entsprechend Fig. 3 erfolgen. Hier wird vor das eigentliche Filtermodul 4 noch ein weiteres Filtermodul 61 geschaltet, welches ebenfalls einen Querstromfilter mit einer porösen Membran enthält. Die Porengröße dieses Filters ist entsprechend groß, vorzugsweise 100 bis 500 mal größer als diejenige der Membran des Querstromfilters in dem Filtermodul 4 zur Feinfiltration.

Als weitere Vorbehandlung 51 kann in das Bier kurz vor der Membran stoßweise Kohlendioxid eingeblasen werden, wodurch ebenfalls ein gleichmäßiger Aufbau und Abbau der Deckschicht 42 über der Membran 41 erreicht wird.

Kurz vor der Membran kann ferner als weitere Vorbehandlung 51 die Temperatur des Bieres von 0°C um einige Grad, etwa auf 3 bis 4°C angehoben und nach der Membran wieder auf 0°C abgesenkt werden. Durch die dabei erzielbare geringere Viskosität wird ebenfalls die Fluxrate quer durch die Membran erhöht.

In relativ kurzen Zeitintervallen wird zudem die Anlage abgestellt, wonach die Ventile 19 und 20 zu beiden Seiten des Filtermodules abgesperrt werden. In das Filtermodul wird über eine Leitung 71 Wasser eingeführt, mit dem die Membran des Querstromfilters entgegen der Filtrationsrichtung durchspült wird. Das Wasser wird über eine Leitung 72 abgezogen. Während des Spülens wird die Deckschicht im wesentlichen abgebaut, so daß anschließend bei der erneuten Aufnahme der Filtration bessere Fluxraten mit einem gleichmäßigen Aufbau der Deckschicht erreicht werden.

Die Betriebsparameter für den transmembralen Druck, die Temperatur sowie die Überströmgeschwindigkeit sind in den Patentansprüchen angegeben.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Klären von Bier, wobei aus dem ungeklärten bzw. ggf. vorgeklärten Bier Inhaltsstoffe, insbesondere Trübstoffe, herausgefiltert werden, dadurch gekennzeichnet, daß das Bier längs der Oberfläche eines eine poröse Membranwand aufweisenden Querstromfilters mit einer bestimmten Überströmgeschwindigkeit vorbeigeführt wird, wobei die Inhaltsstoffe sich teilweise als Deckschicht auf der Membranoberfläche absetzen und teilweise durch das überströmende Bier mitgeführt und von der Deckschicht weggerissen werden und das geklärte Bier quer durch die Membranwand abfließt und gesammelt wird, und daß die Zusammensetzung und Dicke der Deckschicht so eingestellt werden, daß sich für die Deckschicht ein annähernd quasistationärer Zustand bei hoher Fluxrate, das ist der Volumenstrom pro Zeiteinheit des geklärten Bieres, einstellt.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß zum Einstellen der Zusammensetzung der Deckschicht das ungeklärte Bier vor der Querstromfiltration vorgeklärt wird, um bestimmte deckschichtbildende Inhaltsstoffe aus dem Bier herauszunehmen.

3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß das ungeklärte Bier zur Adsorption von deckschichtbildenden Inhaltsstoffen durch ein Volumen aus porösem Material, vorzugsweise porösem gesinterten Glas, geleitet wird, wobei der

Porendurchmesser dieses Materiales wesentlich, vorzugsweise 100 bis 500 mal größer ist als derjenige der Membran des Querstromfilters.

4. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß das ungeklärte Bier durch eine vorgeschaltete Vorfiltration mit Hilfe eines Querstromfilters vorgeklärt wird, wobei der Porendurchmesser des vorgeschalteten Filters wesentlich, vorzugsweise 100 bis 500 mal größer ist als derjenige des nachgeschalteten Querstromfilters.

5. Verfahren nach einem der vorgehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß unmittelbar vor der Querstromfiltration in das Bier stoßweise ein inertes Gas, vorzugsweise Kohlendioxid, eingeblasen wird, so daß die Membranoberfläche überströmende Bier die durch das Einblasen eingebrachten Gasblasen mit sich führt.

6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Temperatur des Bieres unmittelbar vor der Querstromfiltration erhöht und unmittelbar danach wieder abgesenkt wird.

7. Verfahren nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Temperatur des Bieres von etwa 0°C auf etwa 3°C bis 4°C angehoben und dann wieder auf etwa 0°C abgesenkt wird.

8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Querstromfiltration in Intervallen kurzfristig unterbrochen und während der Unterbrechung der Querstromfilter entgegen der Flußrichtung des geklärten Bieres bei der Filtration mit einer Flüssigkeit, vorzugsweise Wasser, durchgespült wird.

9. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der während der Filtration auftretende transmembrale Druck und die Überströmgeschwindigkeit des Bieres längs der Oberfläche des Querstromfilters als Funktionen der Zeit so gesteuert werden, daß die Fluxrate ein Optimum aufweist.

10. Verfahren nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß zu Beginn der Filtration ein niedriger transmembraler Druck und eine hohe Überströmgeschwindigkeit eingestellt und diese Werte im Verlauf der Filtration so variiert werden, daß sich am Ende der Filtration ein hoher transmembraler Druck und eine niedrige Überströmgeschwindigkeit ergeben.

11. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß für den Querstromfilter Membranen mit Porendurchmessern zwischen 0,1 und 2,0 Mikrometer, vorzugsweise zwischen 0,2 und 1,0 Mikrometer, verwendet werden.

12. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Überströmgeschwindigkeit auf Werte zwischen 0,2 und 15 Meter pro Sekunde, vorzugsweise zwischen 5 und 8 Meter pro Sekunde, eingestellt wird.

13. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der transmembrale Druck auf Werte zwischen 0,05 und 4 bar, vorzugsweise zwischen 0,1 und 2 bar, eingestellt wird.

14. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Überströmrichtung des Bieres längs der Oberfläche des Querstromfilters in Intervallen umgekehrt wird.

15. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das zu klärende Bier im Kreislauf längs der Oberfläche des Querstromfilters geführt wird, bis sich in dem Kreislauf ein bestimmter Anteil an festen Inhaltsstoffen einstellt. 5

16. Verfahren nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, daß die Filtration bei einem Anteil der festen Inhaltsstoffe in dem über den Querstromfilter strömenden Bier von maximal 10%, vorzugsweise von etwa 4%, beendet wird. 10

17. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach Anspruch 1, mit einem Vorratsbehälter für ungeklärtes bzw. ggf. vorgeklärtes Bier, einem Filter und einer Pumpe zum Transportieren des Bieres von dem Vorratsbehälter zu dem Filter und mit einem Auffangbehälter zum Auffangen des in dem Filter geklärten Bieres, dadurch gekennzeichnet, daß der Filter eine poröse Membran aufweist, längs deren Oberfläche das zu klärende Bier vorbeigeführt und auf deren gegenüberliegenden Seite das geklärte Bier gesammelt wird. 15 20

18. Vorrichtung nach Anspruch 17, dadurch gekennzeichnet, daß eine Steuerschaltung vorgesehen ist, um Überströmgeschwindigkeit und Flußvolumen pro Zeiteinheit des über die Oberfläche der Membran strömenden, zu klärenden Bieres so einzustellen, daß sich für die Deckschicht ein annähernd quasistationärer Zustand bei hoher Fluxrate, das ist der Volumenstrom pro Zeiteinheit des geklärten Bieres, einstellt. 25 30

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

35

40

45

50

55

60

65

- Leerseite -

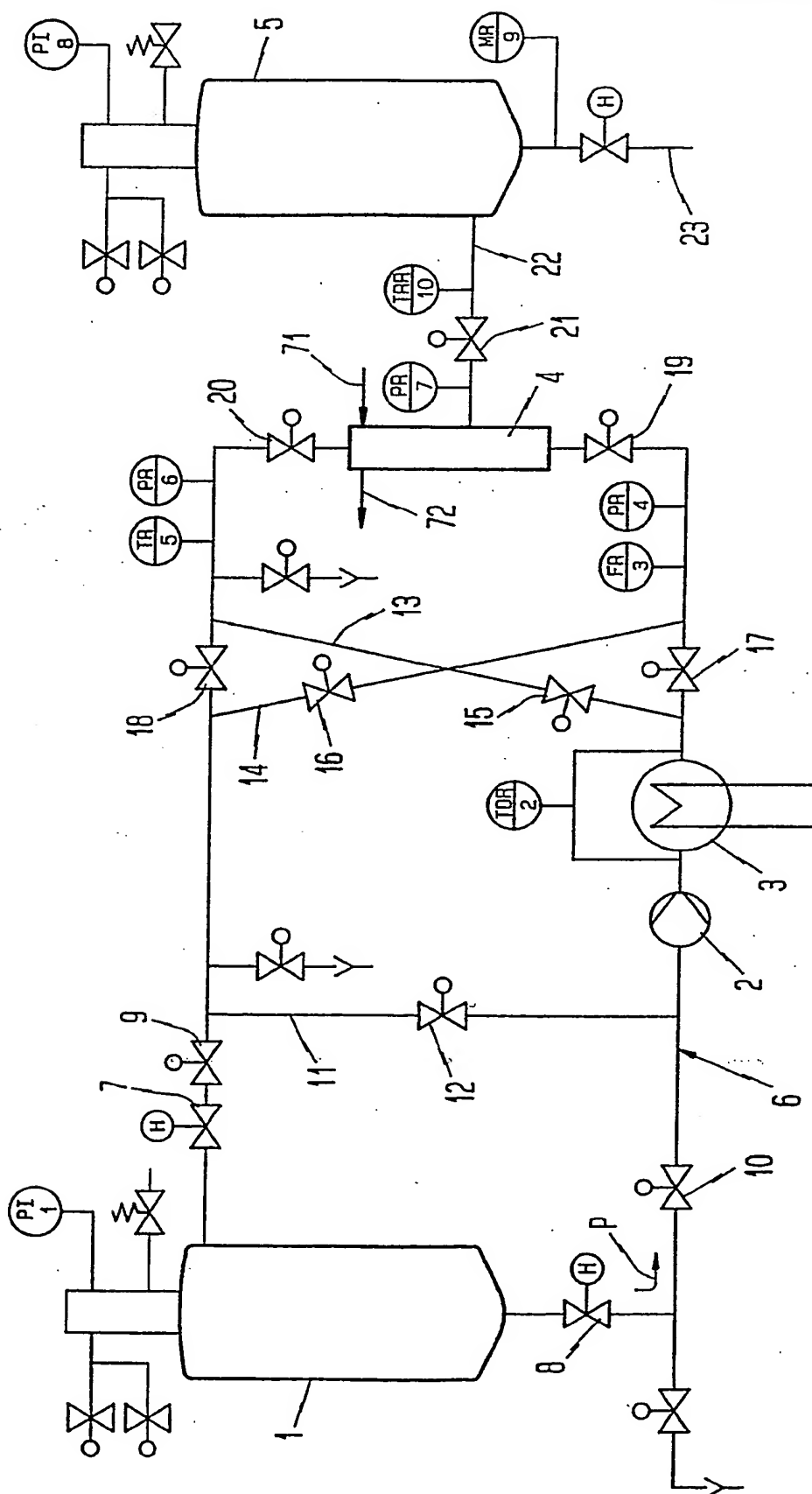


Fig. 1

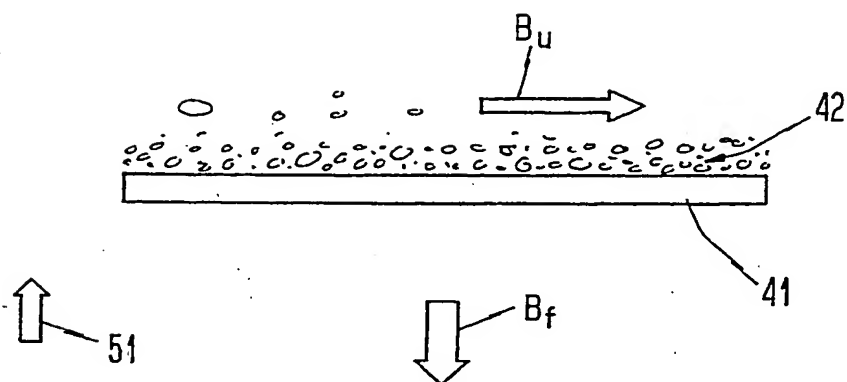


Fig. 2

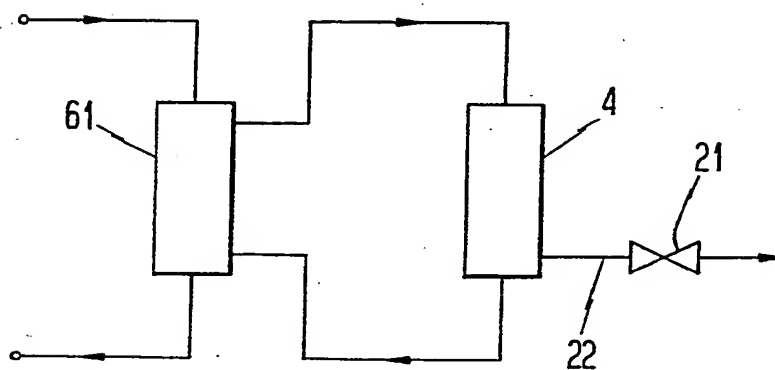


Fig. 3